

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> 識別記号

G 0 1 D 5/245

G 0 1 P 3/488

F I

G 0 1 D 5/245

G 0 1 P 3/488

G

D

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-336154

(22) 出願日 平成10年(1998)11月26日

(31) 優先権主張番号 特願平9-328996

(32) 優先日 平9(1997)11月28日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 中谷 真路

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会

社デンソー内

(72) 発明者 上野山 博文

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会

社デンソー内

(72) 発明者 金原 孝昌

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会

社デンソー内

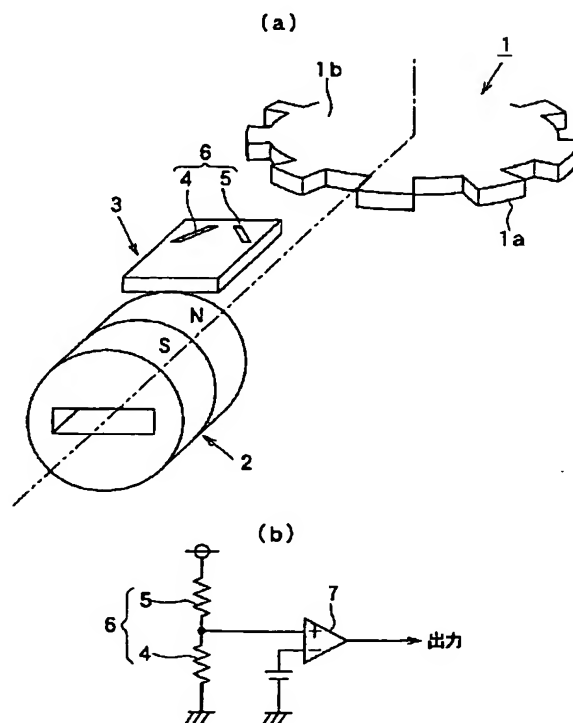
(74) 代理人 弁理士 伊藤 洋二 (外1名)

(54) 【発明の名称】 回転検出装置

(57) 【要約】

【課題】 回転検出装置が起動された直後におけるギア回転前の静止状態からギア歯の位置を検出できるようにする。

【解決手段】 磁気抵抗素子 (MRE) 4、5 をギア 1 の回転軸方向の両端面 1 b が形成する 2 つの平面の間であって、バイアス磁石 2 が発生するバイアス磁界の磁気的中心からギア 1 の回転方向にずらした位置に配置する。このような配置にすると、ギア歯 1 a が「山」位置にある場合と「谷」位置にある場合とでバイアス磁界の方向が変化する。このため、MRE 4、5 の中点電位を MRE ブリッジ 6 の出力とすれば、ギア歯 1 a の「山」位置と「谷」位置で異なる出力値を得ることができる。これにより、回転検出装置が起動された直後のギア回転前である静止状態からギア歯 1 a の「山」位置と「谷」位置とを判別でき、ギア歯 1 a の位置を正確に検出することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転する歯車形状のギア (1) の歯 (1 a) に向けてバイアス磁界を発生するバイアス磁石 (2) と、

前記ギアと前記バイアス磁石との間に配置され、前記ギアの歯の回転によって発生するバイアス磁界の変化を検知する磁気抵抗素子 (4、5、17、18) とを備えた回転検出装置において、  
前記磁気抵抗素子は、前記ギアの回転軸方向の端面 (1 b) が形成する平面におおむね平行な面であって、前記バイアス磁界の磁気中心から前記ギアの回転方向にずらした位置に配置されていることを特徴とする回転検出装置。

【請求項 2】 前記磁気抵抗素子は、第 1 の磁気抵抗素子 (4) と第 2 の磁気抵抗素子 (5) とを備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の回転検出装置。

【請求項 3】 前記第 1、第 2 の磁気抵抗素子は共に、前記バイアス磁界の磁気中心から前記ギアの回転方向にずらした位置に配置されていることを特徴とする請求項 2 に記載の回転検出装置。

【請求項 4】 前記第 1 の磁気抵抗素子及び前記第 2 の磁気抵抗素子は、前記バイアス磁界の磁気中心に対して略 45 度の角度を成すと共に、互いに直交するハの字状を成すように配置されており、  
前記第 1 の磁気抵抗素子と前記第 2 の磁気抵抗素子とによってできるハの字の中心軸は、前記バイアス磁界の磁気中心から前記ギアの回転方向にずらした位置に配置されていることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の回転検出装置。

【請求項 5】 前記第 1 の磁気抵抗素子と前記第 2 の磁気抵抗素子は直列接続されて第 1 の磁気抵抗素子ブリッジ (6) を形成しており、前記第 1 の磁気抵抗素子と前記第 2 の磁気抵抗素子との間における電位が前記第 1 の磁気抵抗素子ブリッジの出力信号となっていることを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 つに記載の回転検出装置。

【請求項 6】 回転する歯車形状のギア (1) の歯 (1 a) に向けてバイアス磁界を発生するバイアス磁石 (2) と、

前記ギアと前記バイアス磁石との間に配置され、前記ギアの歯の回転によって発生するバイアス磁界の変化を検知する第 1、第 2 の磁気抵抗素子 (4、5) を備えた第 1 の磁気抵抗素子ブリッジ (6) と、

前記ギアと前記バイアス磁石との間に配置され、前記ギアの歯の回転によって発生するバイアス磁界の変化を検知する第 3、第 4 の磁気抵抗素子 (17、18) を備えた第 2 の磁気抵抗素子ブリッジ (16) とを備えた回転検出装置において、

前記第 1 の磁気抵抗素子ブリッジは、前記バイアス磁界の磁気中心から前記ギアの回転方向にずらした位置に

配置されており、

前記第 2 の磁気抵抗素子ブリッジは、前記バイアス磁界の磁気中心から前記第 1 の磁気抵抗素子ブリッジとは反対方向にずらした位置に配置されていることを特徴とする回転検出装置。

【請求項 7】 前記第 1 の磁気抵抗素子ブリッジは、前記第 1 の磁気抵抗素子と前記第 2 の磁気抵抗素子とを直列接続したものであって、前記第 1 の磁気抵抗素子と前記第 2 の磁気抵抗素子との間の電位を第 1 の出力信号としており、

前記第 2 の磁気抵抗素子ブリッジは、前記第 3 の磁気抵抗素子と前記第 4 の磁気抵抗素子とを直列接続したものであって、前記第 3 の磁気抵抗素子と前記第 4 の磁気抵抗素子との間の電位を第 2 の出力信号としており、  
これら第 1、第 2 の出力信号を比較して、2 値化処理する手段 (20) を備えていることを特徴とする請求項 6 に記載の回転検出装置。

【請求項 8】 前記 2 値化処理する手段は、前記第 1 の出力信号と第 2 の出力信号との差を増幅する手段 (22) と、増幅された前記差を所定のしきい値を比較する手段 (23) とを有していることを特徴とする請求項 7 に記載の回転検出装置。

【請求項 9】 凹部 (1 c) と凸部 (1 a) とを有する回転部材 (1) と、

前記回転部材に向けてバイアス磁界を発生するバイアス部材 (2) と、

前記回転部材と前記バイアス部材との間に配置され、前記回転部材の回転に伴う前記バイアス磁界の回転方向における変化を検出する磁気抵抗素子 (6、16) とを備え、

前記バイアス部材は前記バイアス部材から前記回転部材に向けて前記バイアス磁界を発生する着磁面を有し、  
前記磁気抵抗素子は、前記回転部材が回転する方向と前記回転部材の回転軸に対して垂直な方向とで作られる平面内に配置されるものであって、前記着磁面における前記バイアス磁界の磁気中心位置から前記回転部材の回転方向にオフセットした位置に配置され、このオフセット配置によって前記回転部材の前記凹部が前記着磁面に対抗する位置に来たときの前記磁気抵抗素子からの凹部出力信号と、前記回転部材の前記凸部が前記着磁面に対抗する位置に来たときの前記磁気抵抗素子からの凸部出力信号とが異なる信号として出力するものであることを特徴とする回転検出装置。

【請求項 10】 前記バイアス部材は、前記回転部材の回転方向に細長く形成された中空部を有しており、  
前記磁気抵抗素子は、前記平面に対して平行に配置される基板 (3) 上に形成されたものであり、この基板が前記中空部に挿入されているものであることを特徴とする請求項 9 に記載の回転検出装置。

【請求項 11】 前記磁気抵抗素子は、第 1 の磁気抵抗

素子ブリッジ（６）と第２の磁気抵抗素子ブリッジ（１６）とを有しており、前記第１の磁気抵抗素子ブリッジと第２の磁気抵抗素子ブリッジとは前記バイアス磁界の磁気的中心に対し、前記回転部材の回転方向にそれぞれ反対方向にずらした位置に配置されていることを特徴とする請求項９又は１０に記載の回転検出装置。

【請求項１２】 前記ギアの歯と歯の間の谷部の間隔（ $L_g$ ）が、前記第１の磁気抵抗素子ブリッジと第２の磁気抵抗素子ブリッジとの間隔（ $L_m$ ）よりも広がっていることを特徴とする請求項６に記載の回転検出装置。

【請求項１３】 前記回転部材の隣り合う凸部の間の凹部の間隔（ $L_g$ ）が前記第１の磁気抵抗素子ブリッジと第２の磁気抵抗素子ブリッジとの間隔（ $L_m$ ）よりも広がっていることを特徴とする請求項１１に記載の回転検出装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気抵抗素子（以下、 $MRE$ という）を用いて回転情報の検出を行う回転検出装置に関し、特に、車両におけるエンジン制御や車両ブレーキにおける $ABS$ 制御に使用する回転検出装置に適用すると好適である。

##### 【０００２】

【従来の技術】エンジンの点火時期は、クランクの角度情報とカムの角度情報を基に決定される。例えば、４サイクルエンジンではクランク２回転に対してカム１回転の割合で回転しているため、カムの一回転の中に気筒判別の情報を盛り込み、クランクの回転中に点火時期情報を盛り込んでいる。

【０００３】そして、従来より回転検出装置は、バイアス磁石を用いてカムギアに向けてバイアス磁界を発生させ、カムギアの「山」（ギア歯の凸部）と「谷」（ギア歯の凹部）による「山」→「谷」、「谷」→「山」の変化に基づいて変位する磁界の方向を $MRE$ で検出することにより、上記カムの回転状態を検出している。

##### 【０００４】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の回転検出装置が起動された直後のギア回転前である静止状態、つまりエンジン始動時において、検出位置にギア歯が「谷」位置にあった場合と「山」位置にあった場合のそれぞれの模式図を図９（ａ）、（ｂ）に示し、これらの図中にギア１０１に対してバイアス磁石１０２が発生させる磁界を矢印で示す。

【０００５】図９（ａ）、（ｂ）に示されるように、ギア歯１０１ａが「谷」位置にあった場合と「山」位置にあった場合には、 $MRE$ １０３を通過する磁力線の向き（磁界の方向）が同じになる。上記位置それぞれにおける $MRE$ １０３の出力波形を図１０（ａ）、（ｂ）に示すと、これらの図に示されるように、電源投入時から最

初のギア歯１０１ａの変化点（「山」→「谷」の変化点及び「谷」→「山」の変化点）１０１ｂまでの間（図中の期間 $T$ ）、上記位置の双方における $MRE$ １０３の出力波形が同じになる。

【０００６】このため、このような期間 $T$ においては、ギア歯１０１ａが「山」位置にあるか、「谷」位置にあるかを検出することができず、正確なギア歯１０１ａの位置を検出することができないという問題がある。このような場合、ギア歯１０１ａの位置によって何れの気筒に点火すべきかという点火タイミングが判定できなくなってしまい、点火すべき最初の１気筒の判別が不能となって、初回は未点火になる。

【０００７】本発明は上記点に鑑みて成され、回転検出装置が起動された直後におけるギア回転前の静止状態からギア歯の位置を検出できるようにすることを目的とする。

##### 【０００８】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、以下に示す技術的手段を採用する。請求項１乃至５に記載の発明においては、磁気抵抗素子（４、５、１７、１８）は、バイアス磁石（２）が発生するバイアス磁界の磁気的中心からギアの回転方向にずらした位置に配置されていることを特徴としている。

【０００９】このように、バイアス磁界の磁気的中心からずらした位置に磁気抵抗素子を配置すれば、ギア歯（１ａ）が「山」位置にある場合と「谷」位置にある場合とでバイアス磁界の方向が変化する。このため、このバイアス磁界の変化を利用して磁気抵抗素子の出力を得ることにより、ギア歯の「山」位置と「谷」位置で異なる出力値を得ることができる。これにより、回転検出装置が起動された直後のギア回転前である静止状態からギア歯の「山」位置と「谷」位置とを判別でき、ギア歯の位置を正確に検出することができる。

【００１０】また、請求項２に示すように、第１、第２の磁気抵抗素子（４、５）という複数のもので磁気抵抗素子を構成することもできる。この場合において、請求項４に示すように、バイアス磁界の磁気的中心に対して略４５度の角度を成すと共に、互いに直交するようなハの字状に第１の磁気抵抗素子及び第２の磁気抵抗素子を配置し、このハの字の中心軸がバイアス磁界の磁気的中心からギアの回転方向にずらした位置に配置されるようにしてもよい。

【００１１】このような場合には、いずれか一方の磁気抵抗素子がバイアス磁界の磁気的中心からギアの回転方向にずれていれば請求項１と同様の効果を得ることができる。請求項６に記載の発明においては、第１、第２の磁気抵抗素子（４、５）を備えた第１の磁気抵抗素子ブリッジ（６）と、第３、第４の磁気抵抗素子（１７、１８）を備えた第２の磁気抵抗素子ブリッジ（１６）とを有し、第１の磁気抵抗素子ブリッジをバイアス磁界の磁

氣的中心からギア（１）の回転方向にずらした位置に配置し、さらに第２の磁気抵抗素子ブリッジをバイアス磁界の磁氣的中心から第１の磁気抵抗素子ブリッジとは反対方向にずらした位置に配置していることを特徴としている。

【００１２】このように、第１、第２の磁気抵抗素子に加えて、第３、第４の磁気抵抗素子からの出力を用いてギアの回転を検出することにより、より正確な検出を行うことができる。この場合、例えば、請求項７に示すように、第１、第２の磁気抵抗素子からなる第１の磁気抵抗素子ブリッジ（６）の出力信号と、第３、第４の磁気抵抗素子からなる第２の磁気抵抗素子（１６）の出力信号を比較して、２値化する手段（２０）を備えるようにすれば、第１、第２の磁気抵抗ブリッジは発生するそれぞれの出力信号の差に基づいて、ギアの回転を検出することができる。

【００１３】なお、具体的には、バイアス磁石の形状を中空形状とし、この中空形状の内部で第１～第４の磁気抵抗素子をバイアス磁界の磁氣的中心からずらして配置させることで、バイアス磁石と第１～第４の磁気抵抗素子との位置関係を調整することができる。請求項９に記載の発明においては、磁気抵抗素子は、回転部材が回転する方向と回転部材の回転軸に対して垂直な方向とで作られる平面内に配置されるものであって、着磁面におけるバイアス磁界の磁氣的中心位置から回転部材の回転方向にオフセットした位置に配置され、このオフセット配置によって回転部材の凹部が着磁面に対抗する位置に来たときの磁気抵抗素子からの凹部出力信号と、回転部材の凸部が着磁面に対抗する位置に来たときの磁気抵抗素子からの凸部出力信号とが異なる信号として出力するものであることを特徴としている。

【００１４】このように、バイアス磁界の磁氣的中心位置から回転部材の回転方向にオフセットした位置に磁気抵抗素子を配置することによって、凹部出力信号と凸部出力信号とが異なった信号として出力されるようにすれば、請求項１と同様に正確な回転検出を行うことができる。請求項１０に示すように、バイアス部材が、回転部材の回転方向に細長く形成された中空部を有している場合、磁気抵抗素子を配置した基板が中空部に挿入されるようにしてもよい。

【００１５】請求項１１に記載の発明においては、磁気抵抗素子は、第１の磁気抵抗素子ブリッジ（６）と第２の磁気抵抗素子ブリッジ（１６）とを有しており、第１の磁気抵抗素子ブリッジと第２の磁気抵抗素子ブリッジとはバイアス磁界の磁氣的中心に対し、回転部材の回転方向にそれぞれ反対方向にずらした位置に配置されていることを特徴としている。

【００１６】このように、複数の磁気抵抗素子ブリッジの出力を用いてギアの回転を検出することにより、請求項６と同様に、より正確な検出を行うことができる。な

お、このように２つの磁気抵抗素子ブリッジを用いる場合、請求項１２及び１３に示すように、ギアの歯と歯の間の谷部の間隔（ $L_g$ ）、もしくは隣り合う凸部の間の凹部の間隔（ $L_g$ ）が、第１の磁気抵抗素子ブリッジと第２の磁気抵抗素子ブリッジとの間隔（ $L_m$ ）よりも広くなっていることが望ましい。

【００１７】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。

（第１実施形態）本発明の一実施形態における回転検出装置をエンジンにおけるクランク角検出に適用した場合について説明する。

【００１８】図１（ａ）に回転検出装置の主要部における斜視模式図を示し、以下、図１（ａ）に基づき回転検出装置について説明する。回転検出装置は、歯車形状のギア１、バイアス磁石２及びＩＣチップ３を備えている。ギア１は、その外周面がバイアス磁石２に対向するように配置されており、ギア１の外周面に向けてバイアス磁石２がバイアス磁界を発生するようになっている。

【００１９】バイアス磁石２は中空形状で構成されており、バイアス磁石２の中心軸がバイアス磁界の磁氣的中心をなしている。そして、中空形状をなすバイアス磁石２の端面の一方がＮ極、他方がＳ極になるように着磁されており、バイアス磁石２のうちギア１に近い面がＮ極、遠い面がＳ極となるように、かつ中空形状の中心軸（図中の２点鎖線）上に概ねギア１の回転軸（図中の１点鎖線）が位置するように配置されている。

【００２０】ＩＣチップ３の表面上には、２つのＭＲＥ４、５がそれぞれ異なった方向性を有して形成されている。２つのＭＲＥ４、５はそれぞれ、長手方向がバイアス磁界の磁氣的中心（バイアス磁石２の中心軸）に対して、ギア１の端面１ｂに平行な方向に４５度と－４５度の角度を成すように、すなわち互いに直交するハの字状になるように配置されている。これにより、バイアス磁界の変化（振れ角）が大きい場合であっても、ＭＲＥ４、５の出力に波形割れが発生しないようにしている。

【００２１】ＩＣチップ３は、バイアス磁石２が発生するバイアス磁界の方向の検出を行うべく、バイアス磁石２とギア１の外周面との間に配置されている。このとき、バイアス磁界の磁氣的中心から２つのＭＲＥ４、５がギア１の回転方向にずれるように配置されている。これら２つのＭＲＥ４、５におけるバイアス磁界の磁氣的中心からのズレ量は特に制限がないが、バイアス磁石２が発生するバイアス磁界の強度やバイアス磁界の方向に基づいて、２つＭＲＥ４、５が好適にバイアス磁界の方向を検出できる程度にするのが好ましい。なお、ＩＣチップ３は、ギア１の両端面が形成する平面の間に２つのＭＲＥ４、５が位置するように配置されている。

【００２２】ＭＲＥ４、５には、それぞれの長手方向に電流が流れるように配線処理がなされている。そして、

これら2つのMRE4、5が互いに直列接続されて1組のMREブリッジ6を成している。このMREブリッジ6に対して、MRE5からMRE4に向けて電流が流れるようになっており、直列接続された2つのMRE4、5の中間電位をMREブリッジ6の出力として、バイアス磁石2が発生するバイアス磁界の変化、すなわちギア1の回転を検出するようになっている。

【0023】具体的には、MREブリッジ6の出力は、図1(b)に示すようにコンパレータ7の反転入力端子に入力されるようになっており、コンパレータ7の非反転入力端子に入力された所定のしきい値電圧と比較されて2値化されるようになっている。そして、このコンパレータの出力に基づいて、ギア歯1aが「山」位置にあるか「谷」位置にあるかというギア1の回転を検出して

いる。  
【0024】なお、ICチップ3は中空形状を成すバイアス磁石2の内部に収容（没入）されたのち、バイアス磁石2と共にモールド樹脂（図示せず）によって封止されており、モールド樹脂外に延設された端子によってMREブリッジ6からの出力信号が取り出せるようになっている。次に、ギア1の回転に伴い、MRE4、5を通過するバイアス磁界の向き、すなわち磁力線の向きがどのように変化するかについて、図2、図3に基づいて説明する。なお、図2、図3は共に、回転検出装置の主要部をギア1の軸方向から見た時の模式図であり、図2はギア歯1aが「山」位置にある場合、図3はギア歯1aが「谷」位置である場合を示している。また、図2及び図3中に示される矢印は、バイアス磁石2が放出する磁力線Hを示している。

【0025】図2中に示された矢印のように、ギア歯1aが「山」位置にある場合には、バイアス磁石2によって放出される磁力線Hは、バイアス磁石2の中心軸（図中の2点鎖線）に対して略平行の方向を向く。これは、ギア歯1aがバイアス磁石2に近づくため、磁性体であるギア歯1aの方向に引き寄せられるように磁力線Hが放出されるからである。

【0026】また、図3中に示される矢印のように、ギア歯1aが「谷」位置にある場合には、バイアス磁石2によって放出される磁力線Hは、ギア1の端面1bに平行な平面上でバイアス磁石2の中心軸から離れる方向に振れる。これは、ギア歯1aがバイアス磁石2から離れて磁性体であるギア1が遠くなるため、N極からS極に向かう場合に似た状態で磁力線Hが放出されるからである。

【0027】このように、バイアス磁石2から放出される磁力線Hは、ギア1の回転に伴ってギア1の端面に平行な平面上で振れる。この磁力線の振れは、ICチップ3の表面をX-Y平面と見立ててMRE4、5を中心としたXYZ軸を考えたときに、X-Y平面上に磁力線Hが振れることを示している。このY-X平面上で磁力線

Hが振れる場合におけるMRE4、5の抵抗値変化を表す特性図を図4に示す。また、図5にギア1の回転に伴うMREブリッジ6の出力波形を示し、以下、図4に基づいて図5に示すMREブリッジ6の出力の変化について説明する。なお、図5中に参考として、従来の回転検出装置におけるMREブリッジ6の出力波形を示す。

【0028】まず、図2に示したように、ギア歯1aが「山」位置にある場合には、磁力線Hはバイアス磁石2の中心軸に略平行に放出されているため、MRE4に対する磁気ベクトル角 $\theta$ は略 $135^\circ$ となり、MRE5に対する磁気ベクトル角 $\theta$ は略 $45^\circ$ となる。次に、図3に示したように、ギア歯1aが「谷」位置にある場合には、磁力線Hはバイアス磁石2の中心軸から離れる方向に放出されているため、MRE4に対する磁気ベクトル角 $\theta$ は $135^\circ$ よりも小さくなると共に、MRE5に対する磁気ベクトル角 $\theta$ も $45^\circ$ よりも小さくなる。

【0029】このような場合、MRE4の抵抗値は小さくなり、MRE5の抵抗値は大きくなる。このため、MREブリッジ6の中間電位、つまりMREブリッジ6の出力は小さくなる。従って、ギア歯1aが「山」位置にある場合と「谷」位置にある場合とで、MREブリッジ6の出力は異なる値となる。

【0030】図5に示すように、従来の回転検出装置におけるMREブリッジ6の出力波形（図中の一点鎖線）は、「山」位置にある場合と「谷」位置にある場合とが同様の値となっていたが、本実施形態に示す回転検出装置ではMREブリッジ6の出力波形（図中の点線）はそれぞれの場合で異なる値となる。このため、MREブリッジ6の出力波形に基づいてギア歯1aが「山」位置にあるか、「谷」位置にあるかを判定することができ、回転検出装置が起動された直後におけるギア回転前の静止状態であってもギア歯1aの位置を正確に判定することができる。

【0031】（第2実施形態）図6に本発明を適用した第2実施形態における回転検出装置の主要部を示す。第1実施形態では1組のMREブリッジ6にて回転検出を行う場合を示したが、本実施形態では2組のMREブリッジ6、16にて回転検出を行う場合を示す。以下、図6に基づき本実施形態における回転検出装置について説明する。但し、第1実施形態と同様の部分については図1(a)と同様の符号を付して説明を省略する。

【0032】図6に示すように、本実施形態ではMREブリッジ6の他に、もう1つのMREブリッジ16が備えられている。MREブリッジ16は、バイアス磁石2の中心軸（バイアス磁界の磁気的中心）を対称軸として、MREブリッジ6と線対称の関係で配置されている。すなわち、このMREブリッジ16は、MRE4と線対称となるMRE17と、MRE5と線対称となるMRE18とによって構成されている。

【0033】MRE17とMRE18は直列接続されて

おり、MRE 17 から MRE 18 に電流が流れるようになっている。そして、MRE 17、18 の中点電位を MRE ブリッジ 16 の出力としている。MRE ブリッジ 6 と MRE ブリッジ 16 の出力はそれぞれ差動増幅回路 20 に入力される。差動増幅回路 20 は、図 6 (b) に示すように、2 つの MRE ブリッジ 6、16 の中点電位をコンパレータ 21 で比較する回路構成となっており、このコンパレータ 21 の出力信号が回転検出装置の出力となる。

【0034】図 7 に、2 つの MRE ブリッジ 6、16 の出力波形及び 2 つの MRE ブリッジ 6、16 の差を表す波形を示す。この図に示されるように、2 つの MRE ブリッジ 6、16 の差が大きい場合、差動増幅回路 20 で 2 値化処理がより正確に行えるようにすることができる。このため、ギア歯 1 a の「山」位置と「谷」位置との検出がより好適に行えるようにできる。

【0035】なお、MRE ブリッジ 6 の出力と MRE ブリッジ 16 の出力の差が小さい場合には、差動増幅回路 20 から十分な出力が得られない場合があり得るため、差動増幅回路 20 の回路構成を図 6 (c) のようにしてもよい。すなわち、第 1 実施形態で示したように、ギア歯 1 a が「山」位置にある場合には、磁力線 H はバイアス磁石 2 の中心軸に略平行となるが、この場合には 2 つの MRE ブリッジ 6、16 の出力が共にほぼ同じになり、差動増幅回路 20 の出力が十分に得られない場合がある。

【0036】この場合には、図 6 (c) に示したように、一度、増幅器 22 によって差動増幅し、さらにその出力をコンパレータ 23 にて特定のしきい値電圧と比較して 2 値化するようにすれば、差動増幅回路 20 から十分な出力を得ることができる。但し、先に、ギア歯 1 a が「山」位置にある場合には、磁力線 H はバイアス磁石 2 の中心軸と略平行になると説明したが、磁力線 H の方向は正確には磁石の形状やギア 1 との位置関係によって決定されるため、そうならない場合もある。

【0037】例えば、ギア 1 が「谷」位置にあった場合から「山」位置に変わった場合、磁力線 H の向きは、バイアス磁石 2 の中心軸と平行な方向を越えてさらに中心軸側に近づいて収束するような方向となる場合がある。この場合には、2 つの MRE ブリッジ 6、16 のそれぞれを通過する磁力線 H の方向が異なるため、差動増幅回路 20 は十分な出力を発生する。このため、このような場合には、図 6 (b) に示す差動増幅回路 20 によって正確に回転検出を行うことができる。

【0038】また、本実施形態において、2 つの MRE ブリッジ 6、16 の間隔  $L_m$  とギア歯 1 a の間の凹部 1 c の幅  $L_g$  との関係について図 8 を用いて説明する。図 8 において、2 つの MRE ブリッジ 6、16 の間隔を MRE 4、5 のパターン接続点 C 1 及び MRE 17、18 のパターンの接続点 C 2 との距離を  $L_m$  とし、ギア 1 の

凹部 1 c の幅を  $L_g$  とすると、 $L_m < L_g$  という関係になることが望ましい。

【0039】このような関係により、バイアス磁界は多少はギア歯 1 a によりバイアス方向が規定される場合もあるが、ほぼオープンフラックス状態（図 3 に示す磁力線 H の状態）となり MRE ブリッジ 6 と MRE ブリッジ 16 とは接続中点の出力を確実に逆位相とすることができ、これによって作動増幅回路からの出力を図 7 に示すように大きくとることができる。

【0040】一方、距離  $L_m$  と幅  $L_g$  の関係が  $L_m > L_g$  となった場合、それぞれの MRE ブリッジに対してギア凹部 1 b が対向したとしてもバイアス磁界がギア凹部 1 b の両端のギア歯 1 a に向かうため、MRE ブリッジ 6 と MRE ブリッジ 16 との出力差が得られなくなる。従って、この場合には差動出力も得られなくなる。

（他の実施形態）上記実施形態では、MRE ブリッジ 6、16 をギア 1 の端面 1 b に平行な平面上でバイアス磁界の磁気的中心からずらすことによって、ギア歯 1 a の「山」位置と「谷」位置とを検出可能になるようにしているが、このギア 1 の端面 1 b に平行な平面上になくても中心軸から離れた位置に MRE ブリッジ 6、16 を配置することによって上記と同様の効果を得ることができる。

【0041】例えば、MRE ブリッジ 6 をギア 1 の端面 1 b に平行な平面上でバイアス磁界の磁気的中心からずらしたのち、さらにギア 1 の端面に垂直方向に所定量ずらした位置に配置するようにしてもよい。また、MRE ブリッジ 6 をギア 1 の端面 1 b に平行な平面上でバイアス磁界の磁気的中心からずらしたときに、IC チップ 3 がギア 1 の端面 1 b に平行な平面に対して所定角度ずれていてもよい。

【0042】但し、これらの場合においても、MRE 4、5 のそれぞれ位置がバイアス磁界の磁気的中心から同等の距離にならないようにすることが必要である。また、上記実施形態では、バイアス磁石 2 に中空形状のものをを用いているが、通常の中空形状ではない磁石、例えば円柱状のものや直方体のものをを用いてもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】(a) は回転検出装置の主要部を示す模式図であり、(b) は MRE ブリッジ 6 の出力に基づく 2 値化処理を行うための回路を示す図である。

【図 2】ギア歯 1 a が「山」位置にある場合の磁力線 H の方向を説明するための図である。

【図 3】ギア歯 1 a が「谷」位置にある場合の磁力線 H の方向を説明するための図である。

【図 4】磁気ベクトル角  $\theta$  に対する MRE の抵抗値変化を説明するための図である。

【図 5】MRE ブリッジ 6 の出力波形を示す説明図である。

【図 6】第 2 実施形態における回転検出装置の主要部を

11

示す模式図である。

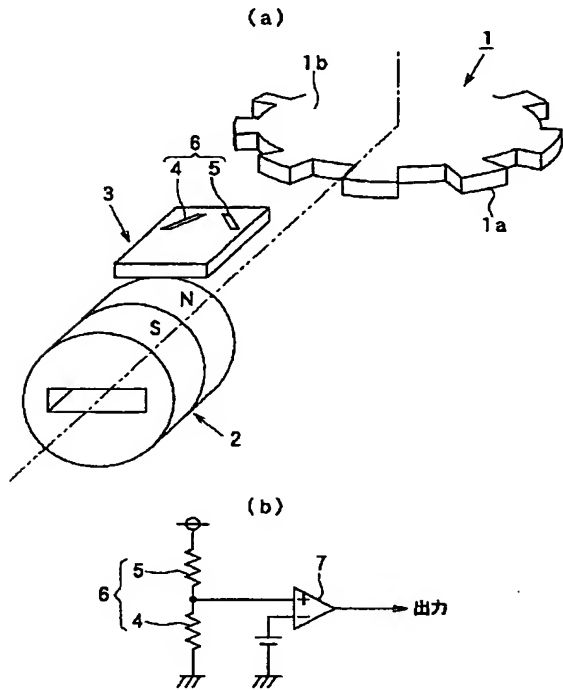
【図7】MREブリッジ6、16の出力波形及びMREブリッジ6、16の出力の差の波形を示す図である。

【図8】MREブリッジ6、16の配置関係と差動出力の関係の説明するための図である。

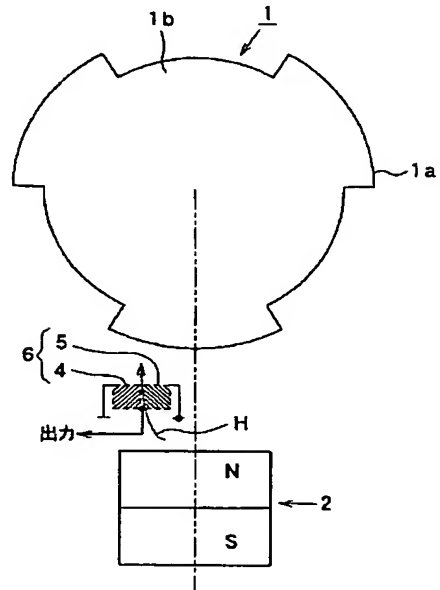
【図9】従来における回転検出装置において、ギア歯101aの「山」位置と「谷」位置でMRE103を通過する磁力線Hの方向を説明するための図である。

【図10】従来における回転検出装置におけるMRE1

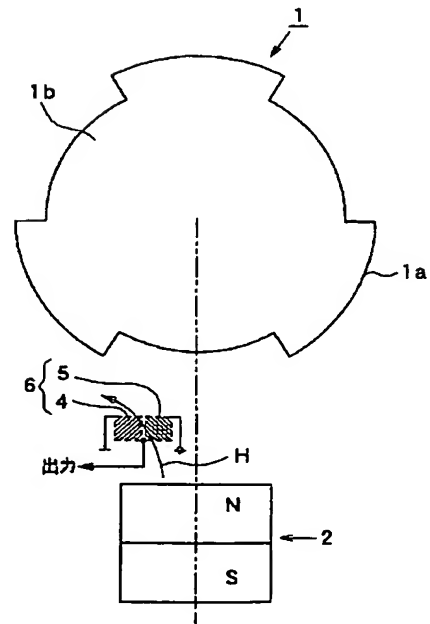
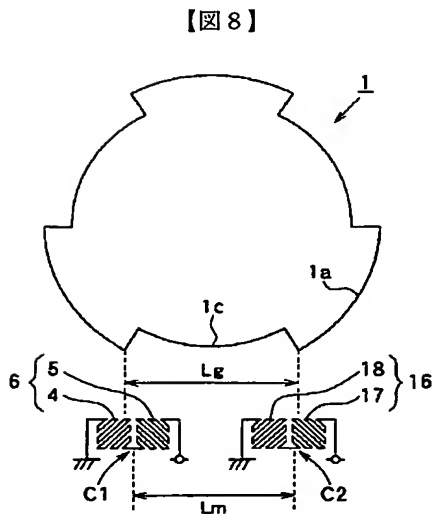
【図1】



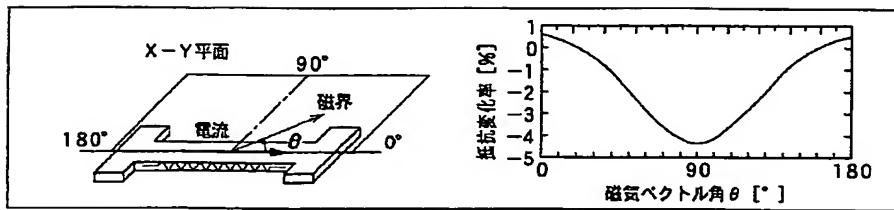
【図2】



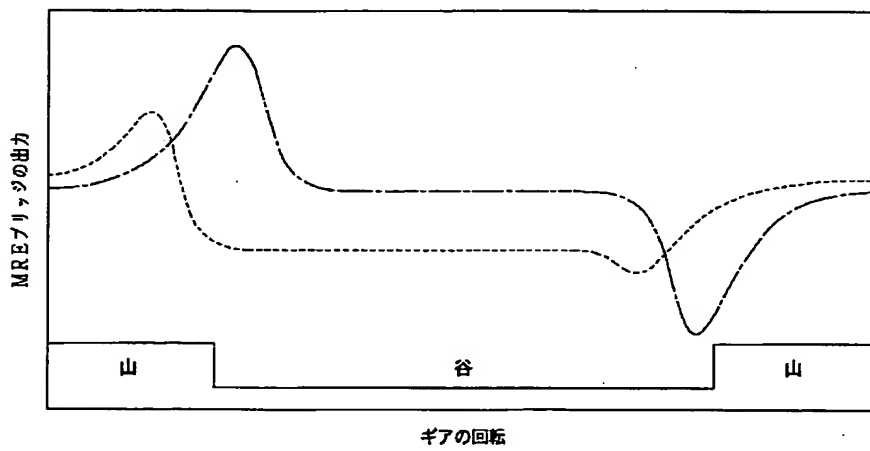
【図3】



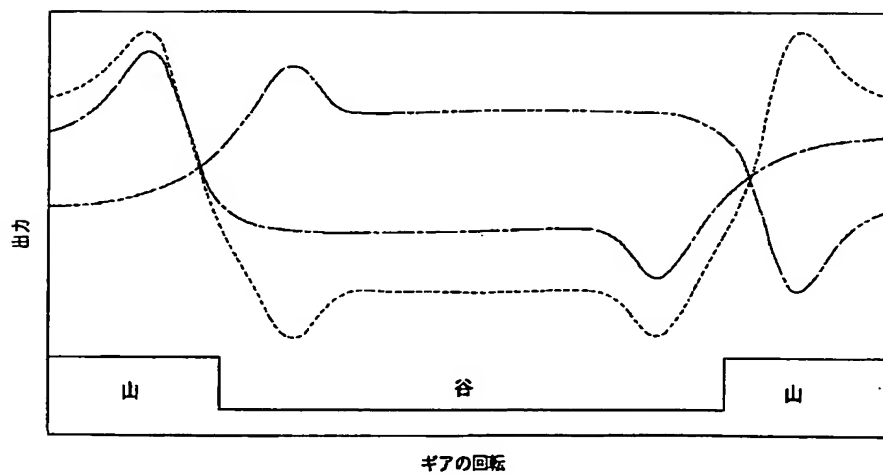
【図4】



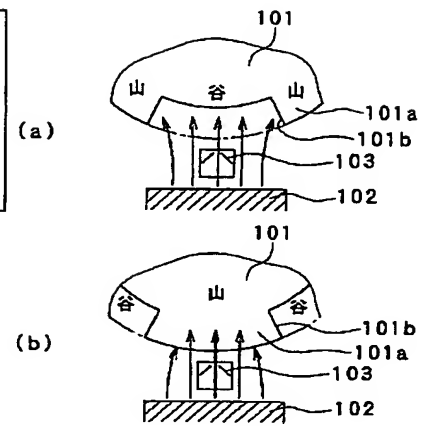
【図5】



【図7】



【図9】





【図 10】

